

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Patentschrift

⑯ DE 198 12 960 C 1

⑯ Int. Cl. 6:

B 01 D 53/22

B 01 D 61/00

F 26 B 7/00

(2)

⑯ Aktenzeichen: 198 12 960.2-43

⑯ Anmeldetag: 24. 3. 98

⑯ Offenlegungstag:

⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 11. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Kompressoren- und Druckluft-Technik GmbH,  
72820 Sonnenbühl, DE

⑯ Vertreter:

WINTER, BRANDL, FÜRNİSS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

⑯ Erfinder:

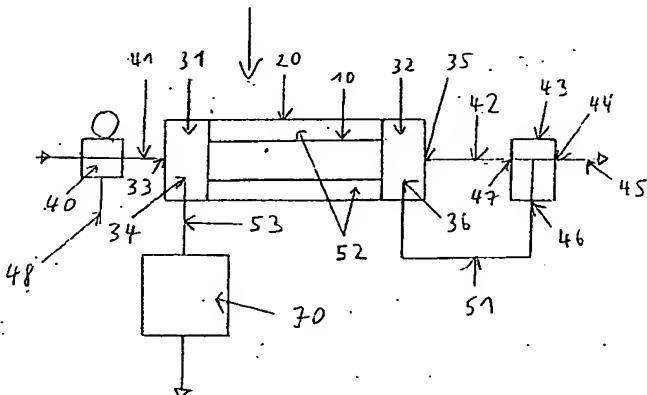
Uhde, Friedrich, 72805 Lichtenstein, DE; Baisch,  
Robert, 72531 Hohenstein, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 38 32 416 A1  
DE 34 03 635 A1  
US 49 00 448  
EP 07 09 123 A1  
EP 03 12 347 A1

⑯ Membrantrockner

⑯ Offenbart ist ein Membrantrockner 1 bzw. ein System 3  
derartiger Membrantrockner, bei dem eine Hohlfaser-  
membran 10 als Teil eines Nütz Kreises von zu trocknender  
Druckluft durchströmt wird, wobei die Feuchtigkeit durch  
Poren der Membran 20 nach außen in Richtung eines die  
Membran 10 umschließenden Spülraums 52 diffundiert.  
Der größte Teil der aus dem Membrantrockner 1 austre-  
tenden trockenen Druckluft wird als Nutzluft 45, ein klei-  
ner Teil jedoch als SpülLuft 51, die die Außenseite der  
Hohlfasermembran 10 umströmt, verwendet. Zur Vermin-  
derung der SpülLuftverluste wird eine Unterdruckerzeu-  
gungseinrichtung 70 in den Spülkreis integriert. Derartige  
Membrantrockner 1 bzw. Systeme 3 aus Membrantrock-  
nern sind sowohl für den stationären wie auch mobilen  
Einsatz bestimmt und können bei Bedarf in Trocknungs-  
anlagen mit Kältetrocknern kombiniert werden.



DE 198 12 960 C 1

DE 198 12 960 C 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Membrantrockner gemäß Anspruch 1, ein System aus Membrantrocknern gemäß Anspruch 8 und eine Kombination eines Membrantrockners mit einem Kältetrockner gemäß Anspruch 13.

Derartige Membrantrockner bzw. Membrantrocknersysteme werden vor allem in großtechnischen Anwendungen, wie beispielsweise in pneumatischen Maschinen oder Steuerungen, eingesetzt, sie sind aber auch in anderen Technologiegebieten anwendbar, bei denen eine gezielte Trocknung von Luft bzw. Druckluft erforderlich ist, wie beispielsweise in der Halbleiterfertigung, in der Dental- oder Klimatechnik.

## Stand der Technik

Aufgrund des Kompressionsprozesses enthält Druckluft immer Feuchtigkeit. Diese kann beispielsweise in chemischen Anwendungen eine gewünschte Reaktion ungünstig beeinflussen, sie führt aber auch zu Schäden an pneumatischen Werkzeugen. Des Weiteren führt Feuchtigkeit gerade in einem weit verzweigten Druckluftrohrleitungsnetz, das ebenfalls auch Freiluftleitungssysteme beinhaltet, besonders in kalten Wintermonaten durch eingefrorene Kondensat zu Störungen. Anlagenstillstände oder Qualitätseinbrüche innerhalb der Produktion und erhebliche Folgekosten sind dann die unangenehmen und teuren Auswirkungen, die es zu vermeiden gilt.

Aus diesem Grund werden für viele pneumatische Anwendung, für die ein Drucktaupunkt von ca. 2°C ausreichend ist, Kältetrockner eingesetzt. Sind für bestimmte Anwendungen jedoch Drucktaupunkte unter 0°C erforderlich, so ist im Stand der Technik die gängige Praxis, wärmeregenerierende Adsorptionstrockner einzusetzen. Aus dem Deutschen Gebrauchsmuster 92 01 713.4 ist eine Variante der oben erwähnten Trockner, nämlich eine Kombination aus einem Kältetrockner und einem wärmeregenerierenden Adsorptionstrockner, bekannt.

Ein großer Nachteil von Adsorptionstrocknern besteht jedoch darin, daß das verwendete Trockenmittel im Laufe der Betriebszeit altert, wodurch seine Adsorptionsfähigkeit vermindert wird. Die Alterung erfolgt beispielsweise durch mechanische Einflüsse, wie Druckstöße, oder durch Verunreinigungen mit Öl, das die nutzbare Adsorptionsfläche verkleinert. Des Weiteren sind die hohen Anschaffungs- und Betriebskosten, sowie ein großer Platzbedarf ungünstig.

Zur Abhilfe dieser Probleme wird in dem Informationsmaterial der BEKO KONDENSAT-TECHNIK GMH B (Stand: 9.97) ein Druckluft-Trockner beschrieben, der im Vergleich zu den bekannten Trocknern nach einem unterschiedlichen Prinzip funktioniert, nämlich ein Membrantrockner. Dieser besteht, wie es in Fig. 1 zu sehen ist, aus einer ein erstes 11 und einem zweiten 12 Ende aufweisenden zylindrischen Hohlfasermembran 10, einem ein erstes 21 und einem zweiten 22 Ende aufweisenden Spülrohr 20, das koaxial zu der Hohlfasermembran 10 derart angeordnet ist, daß zwischen der Hohlfasermembran 10 und dem Spülrohr 20 ein Spülraum 52 ausgebildet ist, und ersten 31 und zweiten 32 Endabschnitten, die jeweils an den ersten 11, 21 und zweiten 12, 22 Enden der Hohlfasermembran 10 und dem Spülrohr 20 derart angeordnet sind, daß sie den Spülraum 52 abschließen, wobei die Endabschnitte 31, 32 jeweils eine erste Öffnung 33, 35 aufweisen, die in die Hohlfasermembran 10 mündet, und eine zweite Öffnung 34, 36, die in den Spülraum 52 mündet. Ferner weist der Membrantrockner ein Leitungssystem bestehend aus zwei Teilkreisen auf, nämlich

einem Nutzkreis mit einer Eingangsleitung 41, die über die erste Öffnung 33 des ersten Endabschnitts 31 mit der Hohlfasermembran 10 verbunden ist, der Hohlfasermembran 10, einer Ausgangsleitung 42, die über die erste Öffnung 35 des zweiten Endabschnitts 32 mit der Hohlfasermembran 10 verbunden ist, einem ersten Ventil 43, dessen Eingang 47 mit der Ausgangsleitung 42 verbunden ist, und einer Nutzleitung 45, die mit einem ersten Ausgang 44 des ersten Ventils 43 verbunden ist, sowie einem Spülkreis mit einer Spülleitungen 51, die einen zweiten Ausgang 46 des ersten Ventils 43 mit der zweiten Öffnung 36 des zweiten Endabschnitts 32 verbindet, dem Spülraum 52 und einer Spülaustrittleitung 53, die mit der zweiten Öffnung 34 des ersten Endabschnitts 31 verbunden ist. Während des Trocknungsprozesses durchströmt zuvor gefilterte feuchte Druckluft, die über die Eingangsleitung 41 in den Membrantrockner 1 eingebracht wird, die hochselektive Hohlfasermembran. Nur Wasserdampfmoleküle, nicht aber Sauerstoff- oder Stickstoffmoleküle sind in der Lage, die Membran 10 zu durchdringen, weshalb sie nach außen in den Spülraum 52 diffundieren. Die an der Ausgangsleitung 42 austretende getrocknete Luft wird dann mittels des ersten Ventils 43 größtenteils in die Nutzleitung 45 abgegeben, jedoch zu einem kleinen Teil unter Expansion auch in den Spülkreis geleitet. Die trockene Spülluft wird dann im Spülraum 52 über die Außenseite der Hohlfaser 10 geführt, wobei der Unterschied in der Wasserdampfkonzentration so eine ständige Wanderung der Wassermoleküle aus der Druckluft in die Spülluft bewirkt. Je nach Drucktaupunkt (DTP)-Absenkung liegt der prozentuale SpülLuftverbrauch bei ungefähr 11% (DTP-Absenkung: ungefähr 20 K) bis 24% (DTP-Absenkung: ungefähr 55 K).

Ein Nachteil derartiger Membrantrockner ist jedoch, wie aus obiger Darstellung hervorgeht, der relativ hohe Verbrauch an SpülLuft und die somit geringere Nutzluftausbeute, vor allem bei großen DTP-Absenkungen, wodurch gerade bei großtechnischen Anwendungen der Einsatz von Membrantrocknern in Frage gestellt ist.

Aus der DE 38 32 416 A1 ist eine Vorrichtung zur Trennung von Lösungen und Gasgemischen bekannt, die ein mit seitlich gerichteten Ein- und/oder Ausführstutzen versehenen, an seinen beiden Enden offenes Gehäuse besitzt, in der ein in die offenen Enden des Gehäuses dicht verschließende Harzeinfassungen eingebettetes geordnetes Kapillarmembranbündel angeordnet ist. Die Vorrichtung ist dabei derart ausgestaltet, daß die Harzeinfassungen aus einer die Enden der Kapillarmembranen in ein geordnetes Bündel fassenden Befestigungseinfaßung und einer um die Befestigungseinfaßung herum am Ende des Gehäuses gestalteten Schließeinfaßung bestehen, wobei die Schließeinfaßung mit der Innenwand des Gehäuses formschlüssig, gleichzeitig zum Gehäuse in Axialrichtung beweglich angebracht ist, und der dichte Abschluß zwischen der Schließeinfaßung und der Innenwand des Gehäuses durch einen in die Innenwand des Gehäuses eingearbeitete Rille gesetzten Dichtungsring gewährleistet wird. Zum Trennen von Komponenten von Lösungen oder Gasgemischen werden die in dem abgeschlossenen Gehäuse angeordneten Kapillarmembranen verwendet, die zweckmäßig auf Ultrafiltration, Mikrofiltration, Dialyse, Gasdiffusion oder reverser Osmose basieren. Während des Durchströmens der Kapillarmembran können die sich aus der Lösung oder dem Gasgemisch abtrennenden Komponenten aus dem Gehäuse durch den seitwärts gerichteten Ausführstutzen entfeint werden.

Das Dokument DE 34 03 635 A1 betrifft ein Verfahren zur Entwässerung eines Kohlenwasserstoffe enthaltenden Gases unter Anwendung wenigstens eines Permeationsapparates, in dem ein Zuführungsabteil und ein Durchlaßabteil

durch eine Membran mit selektiver Permeabilität voneinander getrennt sind; die Membran aus einer Mehrzahl von auf der Grundlage von Polymeren hergestellten Hohlfasern mit einer aktiven Schicht und einem Träger besteht; die an den Längsenden offenen Hohlfasern sich mit ihrer Außenseite im Zuführungsabteil befinden, während ihre Innenseiten das Durchlaßabteil bilden; das zu entwässernde Gas mit Druck dem Zuführungsabteil zugeführt, der Druck im Durchlaßabteil auf einen niedrigeren Wert als der Druck im Zuführungsabteil eingestellt, ein mit Wasserdampf angereichertes Gas aus dem Durchlaßabteil abgezogen und ein an Wasserdampf verarbeitetes Gas aus dem Zuführungsabteil gewonnen wird:

Aus der EP 0709 123 A1 ist ein Gasseparationsmodul mit Membran bekannt, das einen Gegenstromdurchlauf von die Membran nicht durchdringendem bzw. durch diffundierendem Gas aufweist, der im Inneren des Moduls vorgesehen ist. Das Modul weist ein längliches Gehäuse auf, das einen Zufürgaseingang und einen Produktausgang an im wesentlichen gegenüberliegenden Enden, sowie einen zweckmäßig angeordneten Durchdringungsausgang hat. Das Gehäuse umfaßt Hohlfasermembranen, die derart angeordnet sind, daß sie sich von einem ersten Rohrboden in der Nähe des Zufürgaseingangs zu einem zweiten Rohrboden in der Nähe des Produktausgangs erstrecken, wobei die Enden der Hohlfasern am Rohrboden enden und dabei diesen durchstoßen. Das Modul weist ferner zumindest eine Öffnung in dem zweiten Rohrboden auf, um die Membranen nicht durchdringendes Gas zu einer Durchdringungsseite der Fasern zu leiten, und um dadurch einen Gegenstromdurchlauf zu erzeugen.

Das Dokument EP 0 312 347 offenbart eine Vorrichtung zum Abtrennen z. B. von Wasser aus einem Wasser- und Kohlenwasserstoffgemisch, die Membranen aus im wesentlichen porenfreien Hohlfasern aus Kupferoxidammoniak-Zellulose aufweist. Die Membranen umfassen innere und äußere Oberflächen und einen Kanal zum Leiten des Stroms des Gemisches aus Kohlenwasserstoff und Wasser, wobei das Gemisch mit den Membranen in Kontakt tritt. Die Membranen nehmen dabei Wasser aus dem Strom auf, und bewirken, daß dieses zur anderen Seite der Membran diffundiert, wo dort das Wasser dann entfernt wird.

Aus der US-PS 49 00 448 ist ein System zum Entfeuchten von Luft durch mikroporöse organische Hohlfasern bekannt, die eine hygrokopische Flüssigkeit in ihren Poren aufweisen, um einen ausreichenden Konzentrationsgradienten vorzusehen, um dadurch einen kontinuierlichen Wasserentfernungsmechanismus zu schaffen.

#### Darstellung der Erfindung

Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, herkömmliche Membrantrockner derart weiterzubilden, daß ein hoher Betrag nutzbarer Druckluft bereitgestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Membrantrockners gemäß Anspruch 1, hinsichtlich des Systems aus Membrantrocknern gemäß Anspruch 8 und hinsichtlich der Kombination eines Membrantrockners mit einem Kälteerzeuger gemäß Anspruch 13 gelöst.

Wird in dem Spülkreis eines herkömmlichen Membrantrockners eine Unterdruckerzeugungseinrichtung integriert, so kann dadurch der SpülLuftverbrauch um ungefähr 50% gesenkt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein zweites Ventil in der Spüleingangsleitung integriert. Ein erster Eingang dieses Ventils ist dabei mit dem zweiten Ausgang des ersten Ventils, ein zweiter Eingang mit

der Umgebung und ein Ausgang mit der zweiten Öffnung des zweiten Endabschnitts verbunden. Dadurch ist es möglich, auch Umgebungsluft in den Spülkreis einzubringen und diese somit als SpülLuft zu verwenden.

5 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Unterdruckerzeugungseinrichtung als Teil der Spülaustragsleitung ausgebildet. Der so in dem Spülraum aufgebaute Unterdruck bewirkt eine verbesserte Aufnahme der Wassermoleküle in die SpülLuft, es wird durch 10 die vergrößerte Druckdifferenz zwischen der Innen- und Außenseite der Hohlfasermembran aber auch der Grad der Diffusion gesteigert. Durch diese Maßnahme wird also die Diffusions- bzw. SpülEffizienz erhöht, was bedeutet, daß weniger SpülLuft als in herkömmlichen Membrantrocknern bei gleicher DTP-Absenkung verbraucht wird.

15 Zur Ausnutzung eigener Ressourcen kann die Unterdruckerzeugungseinrichtung eine Ejektordüse sein, die einen Treibstrahlabschnitt, der ein Teil der Eingangsleitung ist, und einen Saugabschnitt, der mit der Spülaustragsleitung verbunden ist, aufweist. Stromabwärts betrachtet weist 20 die Spülaustragsleitung zusätzlich einen Kühler und einen Filter bzw. Abscheider auf. Je nach Bedarf kann dabei ein Luftkühler, ein Wasserkühler oder eine Kältemaschine als Kühler verwendet werden. Durch diesen Einbau einer Ejektordüse wird zum einen die SpülLuft ohne eine externe Vorrichtung angesaugt und steht zudem dem Nutzkreis dann wieder zur Verfügung.

25 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Unterdruckerzeugungseinrichtung in der Spüleingangsleitung integriert. Um auch in diesem Fall wieder die eigene Ressourcen auszunutzen, ist es vorteilhaft die Unterdruckerzeugungseinrichtung in Form einer Injektordüse auszubilden. Ein Treibstrahlabschnitt dieser Düse ist ein Teil der Spüleingangsleitung, wohingegen ein Saugabschnitt mit der Umgebung verbunden ist. Diese Anordnung ermöglicht somit, daß zusätzlich Luft aus der Außenumgebung und somit weniger trockene SpülLuft zum Spülen verwendet wird. Des Weiteren beschränkt sich der zusätzliche vorrichtungstechnische Aufwand in dieser Ausgestaltung nur auf die Injektordüse, wodurch eine einfache und kostengünstige Verbesserung erreicht wird, die auch in bestehenden Trocknersystemen nachgerüstet werden kann.

30 Eine weitere Ausgestaltung zur Verbesserung der Nutzluftausbeute ist die Schaffung eines Systems aus Membrantrocknern wobei die jeweiligen Eingangsleitungen eines ersten und zumindest eines zweiten Membrantrockners mit einer gemeinsamen Systemeingangsleitung und die jeweiligen Nutzleitungen der Membrantrockner mit einer gemeinsamen Systemnutzleitung derart verbunden sind, daß die 35 Nutzkreise jeweils die gleiche Länge aufweisen. Das so angeordnete System ermöglicht den Einsatz von Membrantrocknern auch in großtechnischen Anwendungen, wie beispielsweise in der Bauindustrie, in der Druckluftkapazitäten erforderlich sind, die die Kapazität eines einzelnen Membrantrockners bei weitem übersteigen. Dabei erweist sich 40 der Einbau von Membrantrocknern in deren Spülkreis eine Unterdruckerzeugungsvorrichtung integriert ist, als besonders vorteilhaft, da durch den Wegfall großer Spülverluste unter Umständen eine oder mehrere Membrantrocknereinheiten eingespart werden können.

45 Zur Verringerung des vorrichtungstechnischen Aufwands bzw. zur leichteren Handhabung der Systemkomponenten sind verschiedene weitere vorteilhafte Ausgestaltungen möglich.

50 Eine Möglichkeit besteht darin, ein zweites Ventil in der Spüleingangsleitung zumindest des ersten Membrantrockners derart zu integrieren, daß ein erster Eingang des zweiten Ventils mit dem zweiten Ausgang des ersten Ventils, ein

zweiter Eingang des zweiten Ventils mit der Umgebung und ein Ausgang des zweiten Ventils mit der zweiten Öffnung des zweiten Endabschnitts verbunden ist.

Des Weiteren können die Spülkreise des ersten und zweiten Membrantrockners derart ausgebildet sein, daß der Spülkreis des zweiten Membrantrockners von der Spüleingangsleitung des ersten Membrantrockners gespeist wird. Durch eine entsprechende Einstellung des ersten Ventils des zweiten Membrantrockners kann die gesamte trockene Luft als Nutzluft verwendet werden, wobei die SpülLuft nur über den Spülkreis des ersten Membrantrockners geregelt zu werden braucht.

Zur gemeinsamen Ableitung der SpülLuft des ersten und zweiten Membrantrockners können die entsprechenden Spülaustrittsleitungen mit einer Systemspülaustrittsleitung verbunden werden. Dies hat den Vorteil, daß bei Verwendung einer in die Spüleingangsleitung integrierten Ejektordüse als Unterdruckerzeugungseinrichtung nur ein Kühler und ein Filter bzw. Abscheider, stromabwärts betrachtet, in die Systemspülaustrittsleitung integriert zu werden braucht.

Eine weitere Maßnahme zur Verbesserung der Nutzluftausbeute stellt das Vorschalten eines Kältetrockners vor einem Membrantrockner bzw. ein Membrantrocknersystem dar. Durch Vortrocknung der Eingangsluft ist weniger SpülLuft und damit mehr Nutzluft verfügbar. Ferner erweist sich der Einbau von Membrantrocknern bzw. Membrantrocknersystemen, in deren Spülkreis eine Unterdruckerzeugungsvorrichtung integriert ist, als besonders vorteilhaft, da durch den Wegfall großer Spülverluste unter Umständen eine oder mehrere Membrantrocknereinheiten eingespart werden können. Durch einen Bypass kann in dieser Trocknerkombination je nach Bedarf und entsprechend der Jahreszeit bzw. der Temperatur der Membrantrockner umfahren und somit stillgelegt werden. Es ergibt sich somit eine umweltschonende und vor allem sehr wirtschaftliche Trocknungsanlage, die nur wenige, einem normalen Verschleiß unterliegende Einzelkomponenten aufweist.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen anhand der Zeichnung.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines herkömmlichen Membrantrockners,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer ersten beispielhaften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer zweiten beispielhaften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer dritten beispielhaften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer vierten beispielhaften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer fünften beispielhaften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer sechsten beispielhaften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer siebten beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht, die einen Membrantrockner 1 gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. Hier, wie auch in den folgenden Figuren, bezeichnen gleiche Bezugssymbole gleiche Teile wie in Fig. 1.

Die zu trocknende Druckluft strömt zunächst in einen in die Spüleingangsleitung 41 integrierten Mikrofilter 40, in dem die Druckluft von freiem Kondensat, Feststoffpartikeln und einem in der Luft befindlichen Ölnebel gereinigt wird. Das Kondensat kann aus dem Mikrofilter 40 mittels eines

Schwimmerableiters (nicht gezeigt) innerhalb des Mikrofilters 40 oder durch einen niveaugesteuerten Kondensatableiter (nicht gezeigt) durch eine Kondensatleitung 48 aus dem System entfernt werden. Diese Vorreinigung ist zum Schutz der Hohlfasermembran 10 unbedingt erforderlich. Zusätzlich dazu kann beispielsweise durch den Einsatz eines Aktivkohlefilters die Standzeit der Hohlfasermembran 10 weiter verbessert werden.

Die gereinigte Druckluft strömt dann von der Eingangsleitung 41 über den ersten Endabschnitt 31 in die Hohlfasermembran 10, in der in der Druckluft befindliche Wassermoleküle bei Kontakt mit den Poren (nicht gezeigt) an der Innenseite der Hohlfasermembran 10 nach außen in den Spülraum 52 diffundieren. Die so entfeuchtete Druckluft strömt über den zweiten Endabschnitt 32 in die Spülaustrittsleitung 42 und wird von hier mittels eines ersten Ventils 43 zum einen in die Nutzleitung 45 und zum anderen in die Spüleingangsleitung 51 aufgeteilt. Die an der Nutzleitung austretende Druckluft kann direkt im vorgesehenen Endgerät verwendet werden, wohingegen die unter Expansion in die Spüleingangsleitung 51 eintretende Luft zur Aufnahme der in den Spülraum diffundierten Wassermoleküle dient. Die so wieder befeuchtete SpülLuft wird dann von der Unterdruckerzeugungseinrichtung 70, wie beispielsweise einem Vakuumbüffel, anggsaugt und von dort entweder in die Umgebungsluft abgegeben oder der Kondensatleitung 48 zugeführt (hier nicht gezeigt). Wie oben bereits erwähnt worden ist, wird durch die Integration der Unterdruckerzeugungseinrichtung 70 in die Spülaustrittsleitung die Diffusions- bzw. Spülleffizienz erhöht, was zu einem geringeren SpülLuftverbrauch und somit zu einer größeren Nutzluftausbeute führt.

Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht, die einen Membrantrockner 1 gemäß einer zweiten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

Der Aufbau dieser zweiten Ausführungsform entspricht im wesentlichen dem Aufbau der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform, mit dem Unterschied, daß in der Spüleingangsleitung 51 ein zweites Ventil 60 integriert ist. Dabei ist ein erster Eingang 61 des zweiten Ventils 60 über einen Teil der Spüleingangsleitung 51 mit dem zweiten Ausgang 46 des ersten Ventils 43 verbunden, wobei ein Ausgang 62 des zweiten Ventils 60 über den anderen Teil der Spüleingangsleitung 51 und der zweiten Öffnung 36 des zweiten Endabschnitts 32 mit dem Spülraum 52 verbunden ist. Wird das zweite Ventil 60 nun derart eingestellt, daß Luft aus der Umgebung über einen zweiten Eingang 63 in den Spülkreis eintreten kann, so wird diese Umgebungsluft aufgrund der Sogwirkung der Unterdruckerzeugungseinrichtung 70 zusammen mit der im ersten Ventil 43 abgezweigten SpülLuft in bzw. durch den Spülraum 52 zur Aufnahme von Wassermolekülen gesaugt. Es ist weiter denkbar das zweite Ventil 60 (und dementsprechend auch das erste Ventil 43) derart einzustellen, daß nur Luft aus der Umgebung zum Spülen verwendet wird, was die Nutzluftausbeute weiter steigert.

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht, die einen Membrantrockner 1 gemäß einer dritten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

Der Aufbau dieser dritten Ausführungsform entspricht auch hier im wesentlichen dem Aufbau der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform, mit dem Unterschied, daß die als Teil der Spülaustrittsleitung 53 ausgebildete zusätzliche Unterdruckerzeugungseinrichtung 70 von einer Ejektordüse 70 gebildet wird. Die nach einem ähnlichen Prinzip wie eine Wasserstrahlpumpe funktionierende Düse 70, weist einen Treibstrahlabschnitt 71 auf, der mit der Eingangsleitung 41 verbunden bzw. als Teil von dieser ausgebildet ist. Durch eine besondere Ausgestaltung dieses Treibstrahlabschnitts

71 werden hohe Strömungsgeschwindigkeiten in diesem erreicht, wodurch ein Sogeffekt entsteht, mittels diesem Luft über einen Saugabschnitt 72 angesaugt werden kann. Der Saugabschnitt 72 ist mit der Spülaustrichtleitung 53 verbunden, die zusätzlich, stromabwärts betrachtet, einen Kühler 54, wie beispielsweise einen Luftkühler, Wasserkühler oder eine Kältemaschine, und einen Spülfilter 55 aufweist. Diese Ausgestaltung der Spülaustrichtleitung 53 ist deshalb notwendig, da ohne Zwischenschaltung der erwähnten Komponenten 54, 55 die gesamte vorher der Druckluft entnommene Feuchtigkeit wieder in den Nutzkreis eingespeist würde. Die im Kühler 54 durch Kühlung der Spülluft ausfallende Feuchtigkeit bzw. das Kondensat, wird am Spülfilter 55 abgeschieden und über eine Spülkondensatleitung beispielsweise in die Kondensatleitung 48 abgeführt. Es wird somit durch den Einbau der Injektordüse 70 ein verbesserter Diffusions- bzw. Spülleffekt erreicht, ohne eine zum Membrantrockner 1 zusätzliche Unterdruckerzeugungseinrichtung einführen zu müssen.

Fig. 5 zeigt eine schematische Ansicht, die einen Membrantrockner 1 gemäß einer vierten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

Zusätzlich zu der in Fig. 1 dargestellten Anordnung eines herkömmlichen Membrantrockners ist in dem in Fig. 5 gezeigten Membrantrockner 1 eine Injektordüse 70 in der Spülaustrichtleitung 51 integriert. Die wiederum nach einem ähnlichen Prinzip wie eine Wasserstrahlpumpe funktionierende Düse 70, weist einen Treibstrahlabschnitt 71 auf, der mit der Spülaustrichtleitung 51 verbunden bzw. als Teil von dieser ausgebildet ist. Über einen Saugabschnitt 72 hingegen kann Luft aus der Umgebung in den Spülkreis eingebracht werden. Diese von außen eingebrachte Luft vermischt sich mit der trockenen Spülluft und nimmt beim Durchströmen des Spülraums 52 Wassermoleküle bzw. Feuchtigkeit auf, die schließlich über die Spülaustrichtleitung 53 aus dem Membrantrockner 1 ausgeschieden wird. Der besondere Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, daß zur Reduzierung der Spülverluste auch Umgebungsluft zum Spülen verwendet wird, wobei außer der Injektordüse 70 keine weitere Komponente benötigt wird. Außerdem ist kein zusätzlicher Energiebedarf, wie beispielsweise eine Zufuhr von elektrischem Strom, notwendig, wodurch die Betriebskosten gering gehalten werden.

Fig. 6 zeigt eine schematische Ansicht, die ein Membrantrocknersystem 3 gemäß einer fünften beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

Diese Ausführungsform bezieht sich vor allem auf großtechnische Anwendungen, in denen die Erzeugung von trockener Druckluft in einem Maße erforderlich ist, daß die Kapazität eines einzelnen Membrantrockners überschritten wird. Die zu trocknende Druckluft strömt hierbei in einem System 3 aus Membrantrocknern nach Passieren eines Abspererventils 105 in einen in einer Systemeingangsleitung 101 integrierten Filter 40, in dem die Druckluft von freiem Kondensat, Feststoffpartikeln und einem in der Luft befindlichen Ölnebel gereinigt wird. Wie oben bereits erwähnt, kann das Kondensat aus dem Mikrofilter 40 mittels eines Schwimmerableiter (nicht gezeigt) innerhalb des Mikrofilters 40 oder durch einen niveaugesteuerten Kondensatableiter (nicht gezeigt) durch eine Kondensatleitung 48 aus dem System entfernt werden. Von dort aus wird die Druckluft über Eingangsleitungen 41, 81, 81' auf mehrere Membrantrockner (hier drei: ein erster Membrantrockner 1 und zwei zweite Membrantrockner 2, 2') verteilt, deren Anzahl durch die jeweils zu trocknende Volumenstrommenge und den zu erreichenden Drucktaupunkt bzw. dessen Absenkung bestimmt werden. Die in den jeweiligen Membrantrocknern 1, 2, 2' mittels eines ersten Ventils (nicht gezeigt) abgezwiegte

Spülluft durchströmt die jeweiligen Spülräume (nicht gezeigt) und wird dann über Spülaustrichtleitungen 53, 93, 93' in einer gemeinsamen Systemspülaustrichtleitung 103 zusammengeführt. Ein wesentlicher Bestandteil der Systemspülaustrichtleitung 103 ist eine Unterdruckerzeugungseinrichtung 70 zur Verbesserung der Diffusions- bzw. Spülleffizienz, durch welche die feuchte Spülluft angesaugt und dann in die Kondensatleitung 48 eingeleitet wird.

Die trockene Nutzluft strömt ihrerseits über Nutzleitungen 45, 85, 85', die in eine gemeinsame Systemnutzleitung 102 münden, durch einen Austrittsabschnitt mit einer Rückschlagklappe 106 und einem Strömungswächter 106 aus dem System 3 aus Membrantrocknern heraus.

Der gesamte Trocknungsvorgang läuft im Normalfall kontinuierlich ab. Jedoch bei diskontinuierlicher Druckluftaufnahme oder, wenn gerade keine trockene Druckluft benötigt wird, steuert der Strömungswächter 106 das Abspererventil 105 so, daß keine Druckluft mehr in die Membrantrockner 1, 2, 2' gelangen kann. Auf diese Weise wird erreicht, daß die angeschlossene Druckluftanlage (nicht gezeigt) im diskontinuierlichen Betrieb oder im Stillstand nicht über die Spülaustrichtleitungen 53, 93, 93' bzw. die Systemspülaustrichtleitung 103 entleert wird.

Durch Integration aller Systemkomponenten in einem Gehäuse kann eine sehr platzsparende kompakte Trocknungsanlage bereitgestellt werden, die auch für den mobilen Einsatz wie beispielsweise auf Baustellen verwendbar ist.

Fig. 7 zeigt eine schematische Ansicht, die eine Kombination eines Membrantrocknersystems 3 mit einem Kältetrockner 200 gemäß einer sechsten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

Die durch den Drucklufteingang 201 in den Kältetrockner 200 mit einer Temperatur von +35°C eintretende feuchte Druckluft wird durch die im Gegenstrom durch einen Luft/Luft-Wärmeaustauscher 205 strömende trockene Druckluft mit einer Temperatur von +5 bis +10°C, die dann als Nutzluft durch den Druckluftausgang 202 aus dem Kältetrockner austritt, auf eine Temperatur von +15 bis +20°C vorgekühlt.

Die Druckluft strömt dann in den eigentlichen Druckluftkühler 203, einen Luft/Kältemittel-Wärmeaustauscher 203, und wird hier je nach Regelung und Anforderung auf eine Temperatur von +3 bis +5°C abgekühlt. Durch den nachgeschalteten Abscheider 204 kann eine fast hundertprozentige Abscheidung von Kondensat und feinsten Nebeltropfen erreicht werden. Auf diese Weise ist ein Drucktaupunkt realisierbar, der einer tiefsten Abkühltemperatur der Druckluft im Abscheider 204 von +3 bis +5°C entspricht.

Die vorgetrocknete Druckluft strömt jetzt über eine erste Übertragungsleitung 211 in einen Feinstfilter 40 des Systems 3 aus Membrantrocknern, der für die Gewährleistung der Ölfreiheit vorgeschaltet ist. Der Feinstfilter 40 weist dabei eine Kondensatleitung 48 auf, durch die frei gewordenes Kondensat oder Verunreinigungen abgeführt werden können. Durch die tiefste Abkühltemperatur und den sich dabei einstellenden Dampfdruck der Ölateile in der Druckluft kann unter Umständen auf einen Feinstfilter verzichtet werden.

Die Druckluft verteilt sich auf die je nach Druckluftvolumenstrom unterschiedliche Anzahl von Membrantrocknern, in diesem Fall zwei, einem ersten Membrantrockner 1 und einem zweiten Membrantrockner 2. Wie oben bereits erwähnt worden ist, muß darauf geachtet werden, daß bei einer Parallelschaltung einer Vielzahl von Membrantrocknern gleiche Strömungswege der Nutzkreise und somit auch gleiche Druckverluste in den Strömungswegen für eine gleichmäßige Durchströmung der Membrantrockner 1, 2 gesorgt wird. Zur Verbesserung der Diffusions- bzw. Spülleigenschaften ist wiederum eine Unterdruckerzeugungseinrich-

tung 70 in der Systemspülaustrittsleitung 103 vorgesehen. Durch die im Kältetrockner 200 getrocknete Druckluft, deren tiefste Abkühltemperatur mit +3 bis +5°C auch sehr konstant ist, können je nach Typ der verwendeten Membrantrockner 1, 2 dann Drucktaupunkte von -10 bis -40°C erreicht werden.

Die getrocknete Druckluft strömt dann über eine zweite Übertragungsleitung 212 in den Luft/Luft-Wärmeaustauscher 202 des Kältetrockners 200 und wird hier durch die im Gegenstrom einströmende feuchte Druckluft im Austritt des Kältetrockners 200 auf eine Temperatur von 25°C erwärmt.

Sind keine großen Drucktaupunkt-Absenkungen erforderlich, so kann das System 3 aus Membrantrocknern mittels eines Bypasses 250, der sich von der ersten 211 zur zweiten Übertragungsleitung 212 erstreckt, unter Schließen von Übertragungsleitungsventilen 251, 252 umfahren werden. Die Steuerung des Bypass-Systems, d. h. des Bypasses 250 und der Ventile 251, 252 kann dabei manuell oder automatisch erfolgen, wobei die Bypassleitung 250 bzw. die Ventile 251, 252 beispielsweise temperaturabhängig geöffnet bzw. geschlossen werden.

Auf diese Weise wird die Standzeit des Systems 3 aus Membrantrocknern wesentlich erhöht, da die empfindlichen Hohlfasermembranen nur bei Bedarf verwendet werden. So mit ist diese Ausführungsform vor allem bei großtechnischen Anwendungen, in denen eine wirtschaftliche Erzeugung trockener Druckluft bei variablen Taupunkten erforderlich ist, geeignet.

Fig. 8 zeigt eine schematische Ansicht, die eine Kombination eines Membrantrocknersystems 3 mit einem Kältetrockner 200 gemäß einer siebten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

Der Aufbau dieser siebten Ausführungsform entspricht im wesentlichen dem Aufbau der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform, mit dem Unterschied, daß in der zweiten Übertragungsleitung 212 ein Kaltluftventil 254 integriert ist, dessen Eingang 256 über einen Teil der zweiten Übertragungsleitung 212 mit der Systemnutzleitung 102 des Systems 3 aus Membrantrocknern und dessen erster Ausgang 257 mit dem anderen Teil der zweiten Übertragungsleitung 212 mit dem Luft/Luft-Wärmeaustauscher 205 verbunden ist. Über einen zweiten Kaltluftventilausgang 258 kann hier an einer Kaltluftleitung 255 direkt nach der Trocknung in dem System 3 aus Membrantrocknern kalte getrocknete Druckluft, die für bestimmte Anwendungen erforderlich ist, entnommen werden. Der nicht am Ventil abgegriffene Teil der getrockneten Druckluft strömt dann weiter in den Luft/Luft-Wärmeaustauscher 205, in dem er erwärmt und dann über den Druckluftausgang 202 abgegeben wird.

Wird die Trocknerkombination aus dem Membrantrocknersystem 3 und Kältetrockner 200 nur in Anwendungen eingesetzt, in denen ausschließlich kalte Luft erforderlich ist, kann die gesamte zu nutzende Druckluft am Kaltluftventil 254 entnommen werden, was den Einbau eines die zu nutzende Druckluft erwärmenden Luft/Luft-Wärmeaustauscher 205 überflüssig macht.

Offenbart ist ein Membrantrockner 1 bzw. ein System 3 derartiger Membrantrockner, bei dem eine Hohlfasermembran 10 als Teil eines Nutzkreises von zu trocknender Druckluft durchströmt wird, wobei die Feuchtigkeit durch Poren der Membran 20 nach außen in Richtung eines die Membran 10 umschließenden Spülraums 52 diffundiert. Der größte Teil der aus dem Membrantrockner 1 austretenden trockenen Druckluft wird als Nutzluft 45, ein kleiner Teil jedoch als SpülLuft 51, die die Außenseite der Hohlfasermembran 10 umströmt, verwendet. Zur Verminderung der SpülLuftverluste wird eine Unterdruckerzeugungseinrichtung 70 in den Spülkreis integriert. Derartige Membrantrockner 1

bzw. Systeme 3 aus Membrantrocknern sind sowohl für den stationären wie auch mobilen Einsatz bestimmt und können bei Bedarf in Trocknungsanlagen mit Kältetrocknern kombiniert werden. (Fig. 2)

#### Bezugszeichenliste

1, 2, 2' erster, zweiter Membrantrockner  
 3 System aus Membrantrocknern  
 10 Hohlfasermembran  
 11, 12 erstes, zweites Ende der Hohlfasermembran  
 20 Spülrohr  
 21, 22 erstes, zweites Ende des Spülrohrs  
 31, 32 erster, zweiter Endabschnitt  
 33, 34 erste, zweite Öffnung des ersten Endabschnitts  
 35, 36 erste, zweite Öffnung des zweiten Endabschnitts  
 40 Filter  
 41 Eingangsleitung des ersten Membrantrockners  
 42 Ausgangsleitung des zweiten Membrantrockners  
 43 erstes Ventil  
 44 erster Ausgang des ersten Ventils  
 45 Nutzleitung  
 46 zweiter Ausgang des ersten Ventils  
 47 Eingang des ersten Ventils  
 48 Kondensatleitung  
 51 Spülaustrittsleitung des ersten Membrantrockners  
 52 Spülraum  
 53 Spülaustrittsleitung des ersten Membrantrockners  
 54 Kühler  
 55 Spülfilter  
 56 Spülkondensatleitung  
 60 zweites Ventil  
 61 Eingang des zweiten Ventils  
 62 erster Ausgang des zweiten Ventils  
 63 zweiter Ausgang des zweiten Ventils  
 70 Unterdruckerzeugungseinrichtung, Ejektordüse, Injektordüse  
 71 Treibstrahlschnitt der Ejektor- bzw. Injektordüse  
 72 Saugabschnitt der Ejektor- bzw. Injektordüse  
 81, 81' Eingangsleitung der zweiten Membrantrockner  
 85, 85' Ausgangsleitung der zweiten Membrantrockner  
 93, 93' Spülaustrittsleitung der zweiten Membrantrockner  
 101 Systemeingangsleitung  
 102 Systemnutzleitung  
 103 Systemspülaustrittsleitung  
 105 Absperrventil  
 106 Rückschlagklappe  
 200 Kältetrockner  
 201 Drucklufteingang  
 202 Druckluftausgang  
 203 Luft/Kältemittel-Wärmeaustauscher  
 204 Abscheider  
 205 Luft/Luft-Wärmeaustauscher  
 211, 212 erste, zweite Übergangsleitung  
 250 Bypass  
 251, 252 erstes, zweites Übertragungsleitungsventil  
 254 Kaltluftventil  
 255 Kaltluftleitung  
 256 Kaltluftventileingang  
 257, 258 erster, zweiter Kaltluftventilausgang

#### Patentansprüche

1. Membrantrockner mit einer ein erstes (11) und ein zweites (12) Ende aufweisenden zylindrischen Hohlfasermembran (10), einem ein erstes (21) und ein zweites (22) Ende aufwei-

senden Spülrohr (20), das koaxial zu der Hohlfasermembran (10) derart angeordnet ist, daß zwischen der Hohlfasermembran (10) und dem Spülrohr (20) ein Spülraum (52) ausgebildet ist, 5  
 ersten (31) und zweiten (32) Endabschnitten, die jeweils an den ersten (11, 21) und zweiten (12, 22) Enden der Hohlfasermembran (10) und dem Spülrohr (20) derart angeordnet sind, daß sie den Spülraum (52) abschließen, wobei die Endabschnitte (31, 32) jeweils eine erste Öffnung (33, 35) aufweisen, die in die Hohlfasermembran (10) mündet, und eine zweite Öffnung (34, 36), die in den Spülraum (52) mündet, 10  
 einem Nutzkreis mit einer Eingangsleitung (41), die über die erste Öffnung (33) des ersten Endabschnitts (31) mit der Hohlfasermembran (10) verbunden ist, der Hohlfasermembran (10), einer Ausgangsleitung (42), die über die erste Öffnung (35) des zweiten Endabschnitts (32) mit der Hohlfasermembran (10) verbunden ist, einem ersten Ventil (43), dessen Eingang (47) mit der Ausgangsleitung (42) verbunden ist, und einer Nutzleitung (45), die mit einem ersten Ausgang (44) des ersten Ventils (43) verbunden ist, und einem Spülkreis mit einer Spüleingangsleitung (51), die einen zweiten Ausgang (46) des ersten Ventils (43) mit der zweiten Öffnung (36) des zweiten Endabschnitts (32) verbindet, dem Spülraum (52) und einer Spülaustrittsleitung (53), die mit der zweiten Öffnung (34) des ersten Endabschnitts (31) verbunden ist, 15  
 dadurch gekennzeichnet, daß eine Unterdruckerzeugungseinrichtung (70) in dem Spülkreis integriert ist. 20  
 2. Membrantrockner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Ventil (60) ein Teil der Spüleingangsleitung (51) ist, wobei ein erster Eingang (61) des zweiten Ventils (60) mit dem zweiten Ausgang (46) des ersten Ventils (43), ein zweiter Eingang (62) des zweiten Ventils (60) mit der Umgebung und ein Ausgang (63) des zweiten Ventils (60) mit der zweiten Öffnung (36) des zweiten Endabschnitts (32) verbunden ist. 25  
 3. Membrantrockner nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterdruckerzeugungseinrichtung (70) ein Teil der Spülaustrittsleitung (53) ist. 40  
 4. Membrantrockner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterdruckerzeugungseinrichtung (70) eine Ejektordüse (70) ist, die einen Treibstrahlabschnitt (71), der ein Teil der Eingangsleitung (41) ist, und einen Saugabschnitt (72), der mit der Spülaustrittsleitung (53) verbunden ist, aufweist, wobei die Spülaustrittsleitung (53), stromabwärts betrachtet, 45  
 einen Kühler (54) und einen Filter (55) aufweist. 50  
 5. Membrantrockner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühler (54) ein Luftkühler (54) oder ein Wasserkühler (54) oder eine Kältemaschine (54) sein kann. 55  
 6. Membrantrockner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterdruckerzeugungseinrichtung (70) ein Teil der Spüleingangsleitung (51) ist. 60  
 7. Membrantrockner nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterdruckerzeugungseinrichtung (70) eine Injektordüse (70) ist, deren Treibstrahlabschnitt (71) ein Teil der Spüleingangsleitung (51) und deren Saugabschnitt (72) mit der Umgebung verbunden ist. 65  
 8. System aus Membrantrocknern, insbesondere nach Anspruch 1, mit einem ersten Membrantrockner (1) und zumindest einem zweiten Membrantrockner (2)

wobei die jeweiligen Eingangsleitungen (41, 81) der Membrantrockner (1, 2) mit einer gemeinsamen Systemeingangsleitung (101) und die jeweiligen Nutzleitungen (45, 85, 85') der Membrantrockner (1, 2) mit einer gemeinsamen Systemnutzleitung (102) derart verbunden sind, daß die Nutzkreise jeweils die gleiche Länge aufweisen.

9. System aus Membrantrocknern nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Ventil (60) ein Teil der Spüleingangsleitung (51) zumindest des ersten Membrantrockners (1) ist, wobei ein erster Eingang (61) des zweiten Ventils (60) mit dem zweiten Ausgang (46) des ersten Ventils (43), ein zweiter Eingang (62) des zweiten Ventils (60) mit der Umgebung und ein Ausgang (63) des zweiten Ventils (60) mit der zweiten Öffnung (36) des zweiten Endabschnitts (32) verbunden ist.

10. System aus Membrantrocknern nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Spülkreis des zweiten Membrantrockners (2) von der Spüleingangsleitung (51) des ersten Membrantrockners (1) gespeist wird.

11. System aus Membrantrocknern nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Spülaustrittsleitungen (53, 93) in eine Systemspülaustrittsleitung (103) münden.

12. System aus Membrantrocknern nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Systemspülaustrittsleitung (103), stromabwärts betrachtet, einen Kühler (54) und einen Filter (55) aufweist.

13. Kombination eines Membrantrockners mit einem Kältetrockner, insbesondere nach Anspruch 1 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Membrantrockner (1, 3) mit dem Kältetrockner (200) in Reihe geschaltet ist.

14. Kombination eines Membrantrockners mit einem Kältetrockner nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Membrantrockner (1, 3) durch einen Bypass (250) umfahrbar und stilllegbar ist.

15. Kombination eines Membrantrockners mit einem Kältetrockner nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Bypass (250) temperaturabhängig geöffnet oder geschlossen wird.

16. Kombination eines Membrantrockners mit einem Kältetrockner nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß Druckluft über ein Kaltluftventil (254) direkt aus einer mit der Nutzleitung (45, 102) des Membrantrockners (1, 3) verbundenen Leitung (212) entnehmbar ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

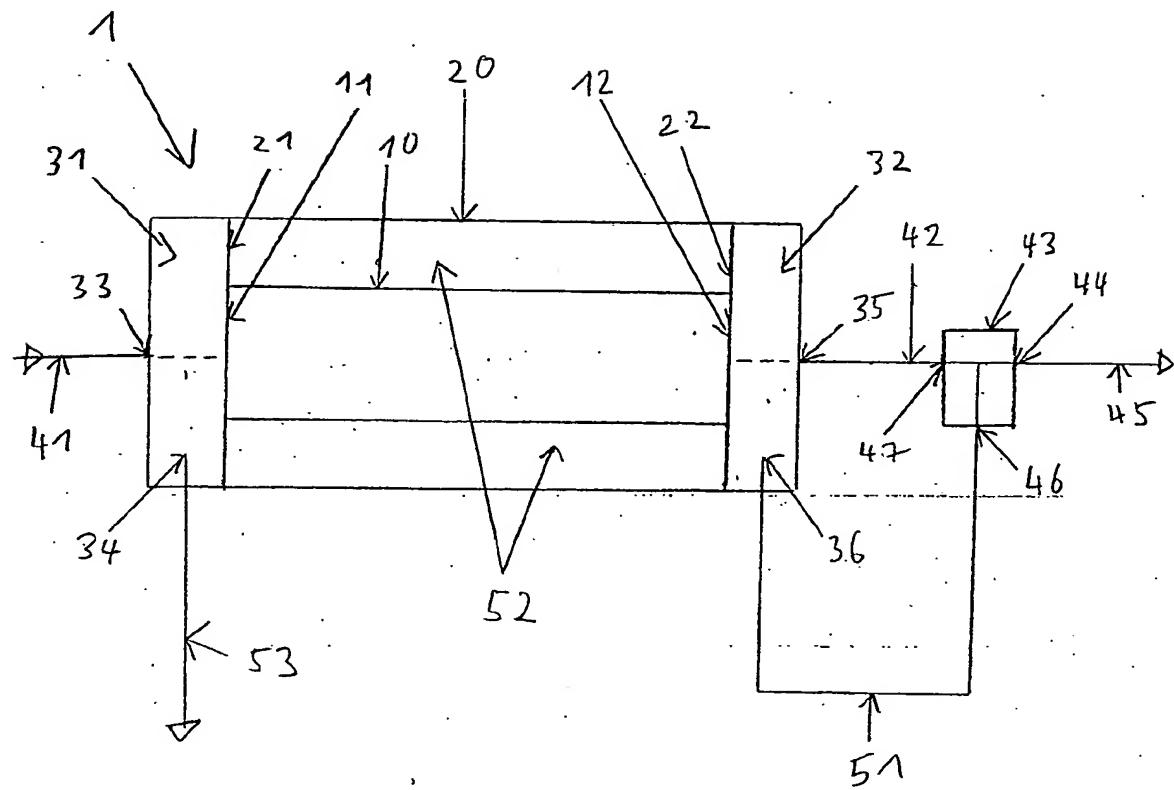


Fig. 1

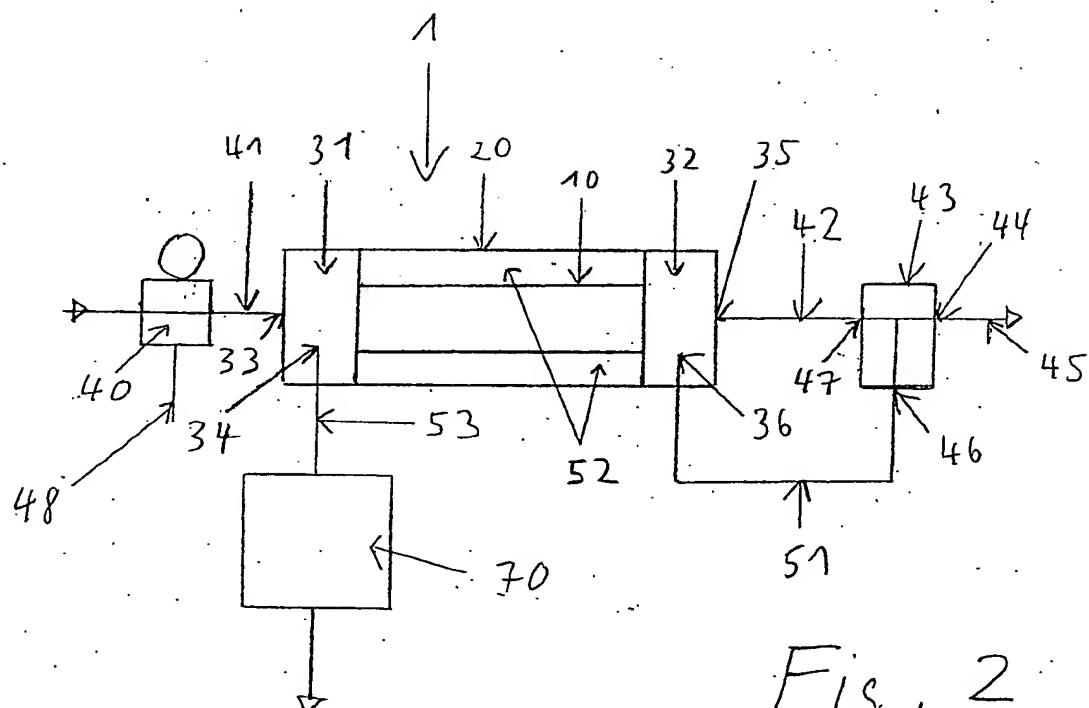


Fig. 2

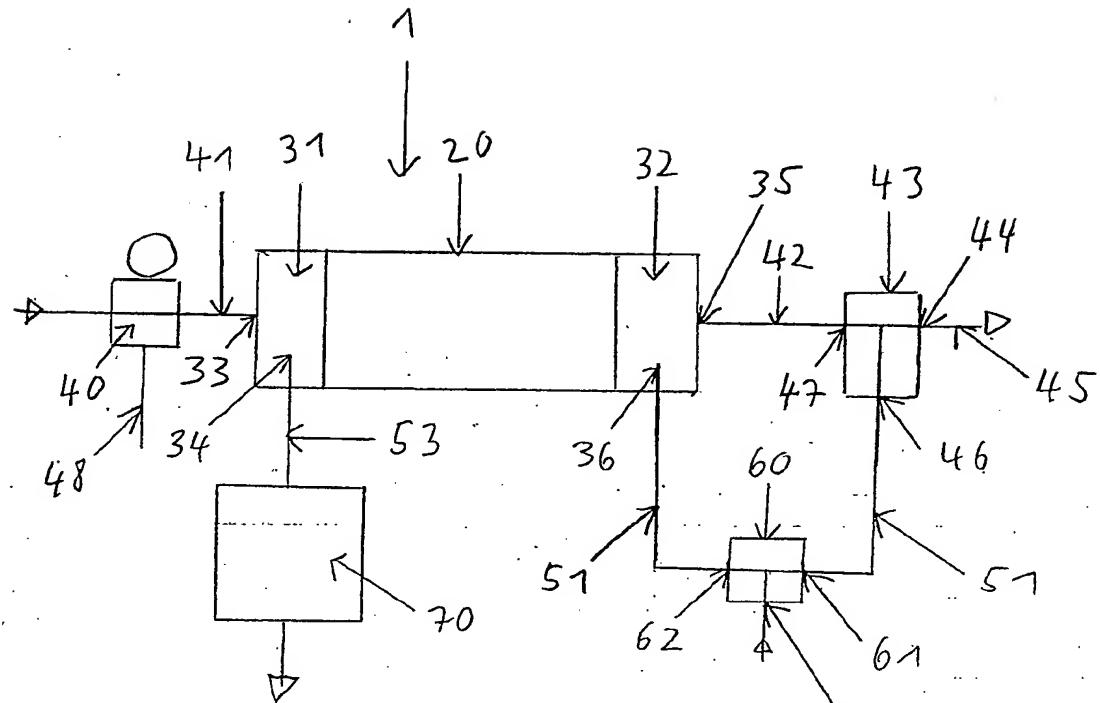


Fig. 3

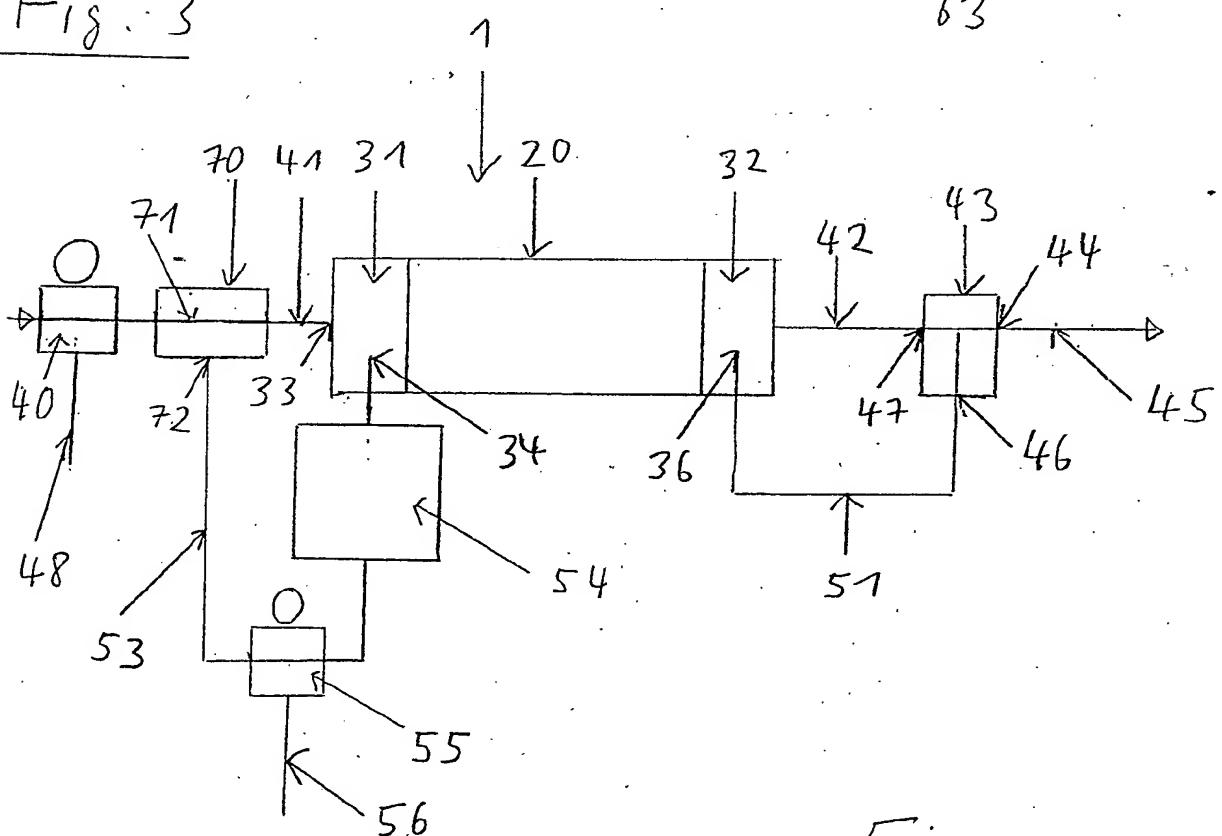


Fig. 4

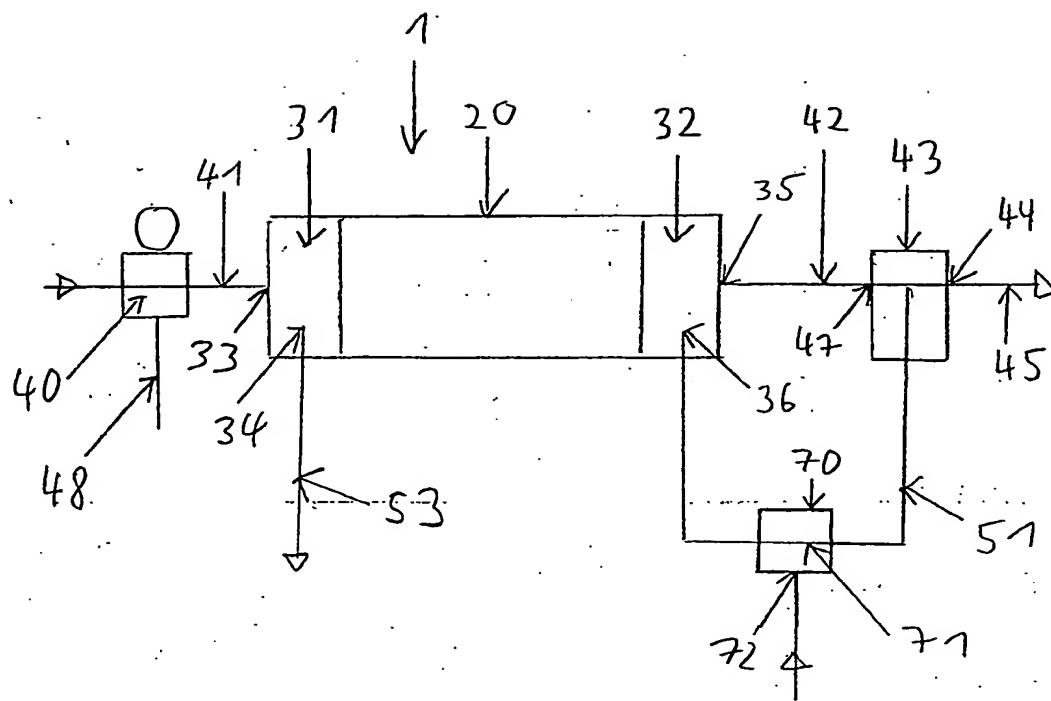


Fig. 5

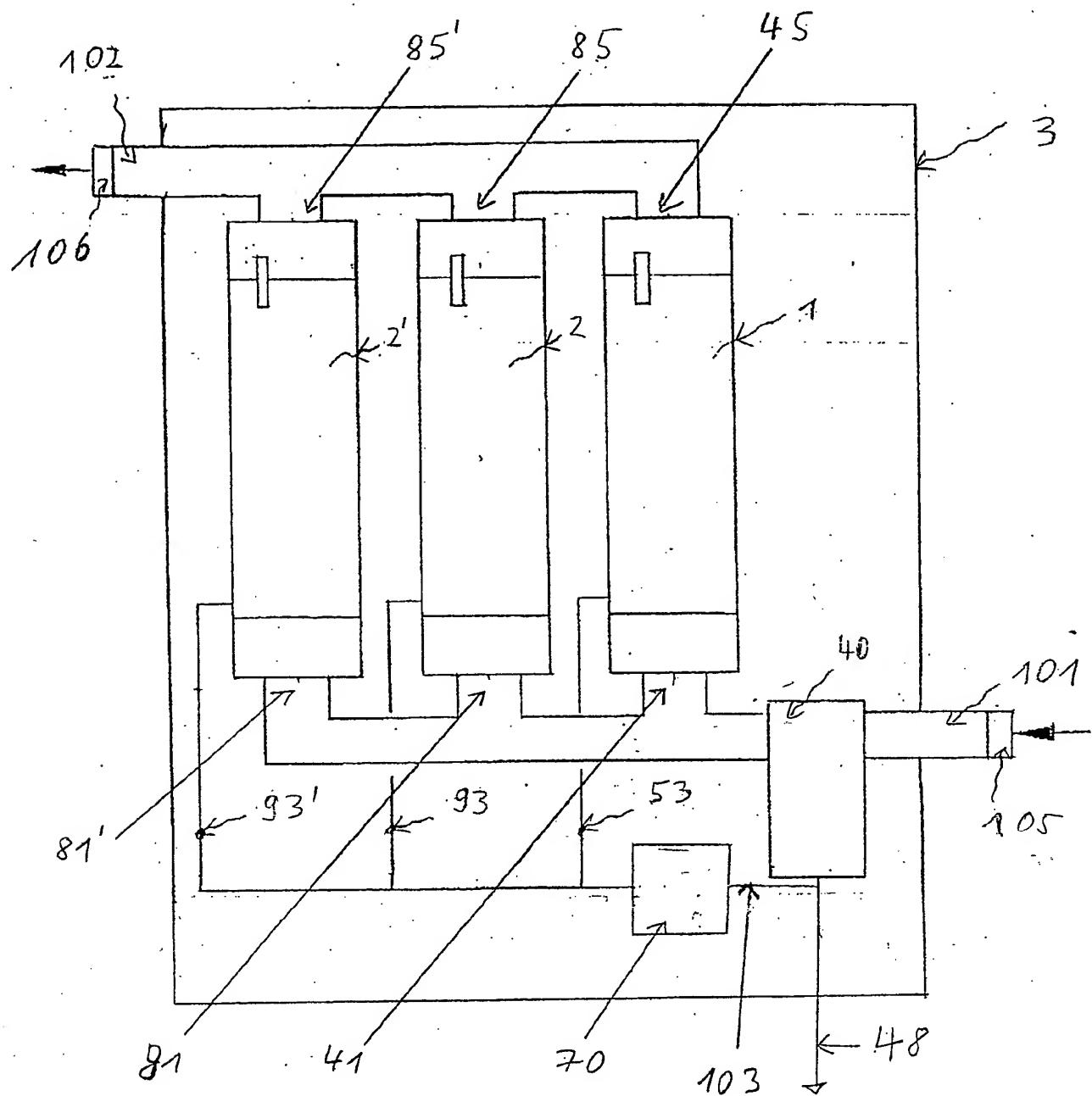


Fig. 6

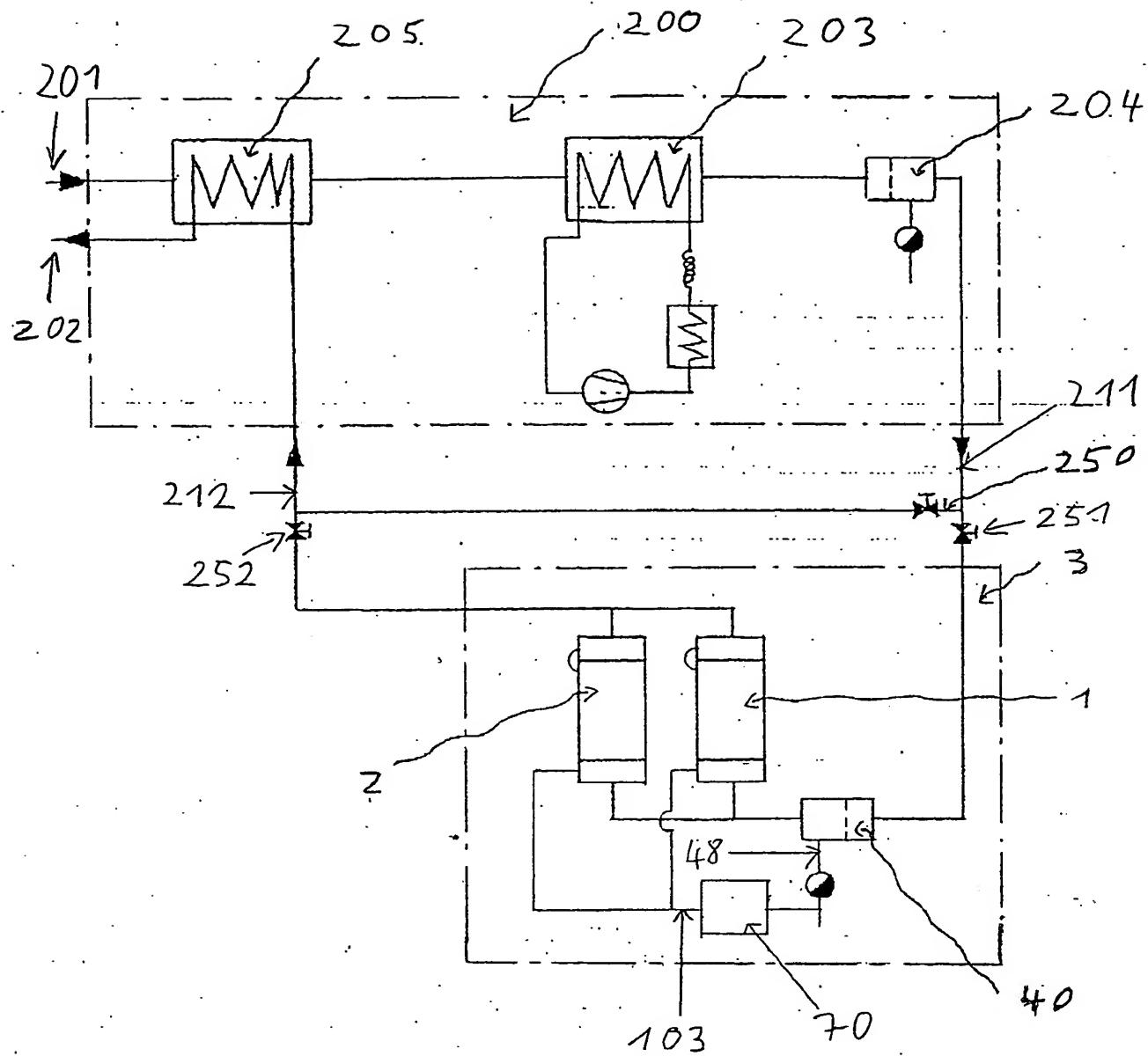


Fig. 7

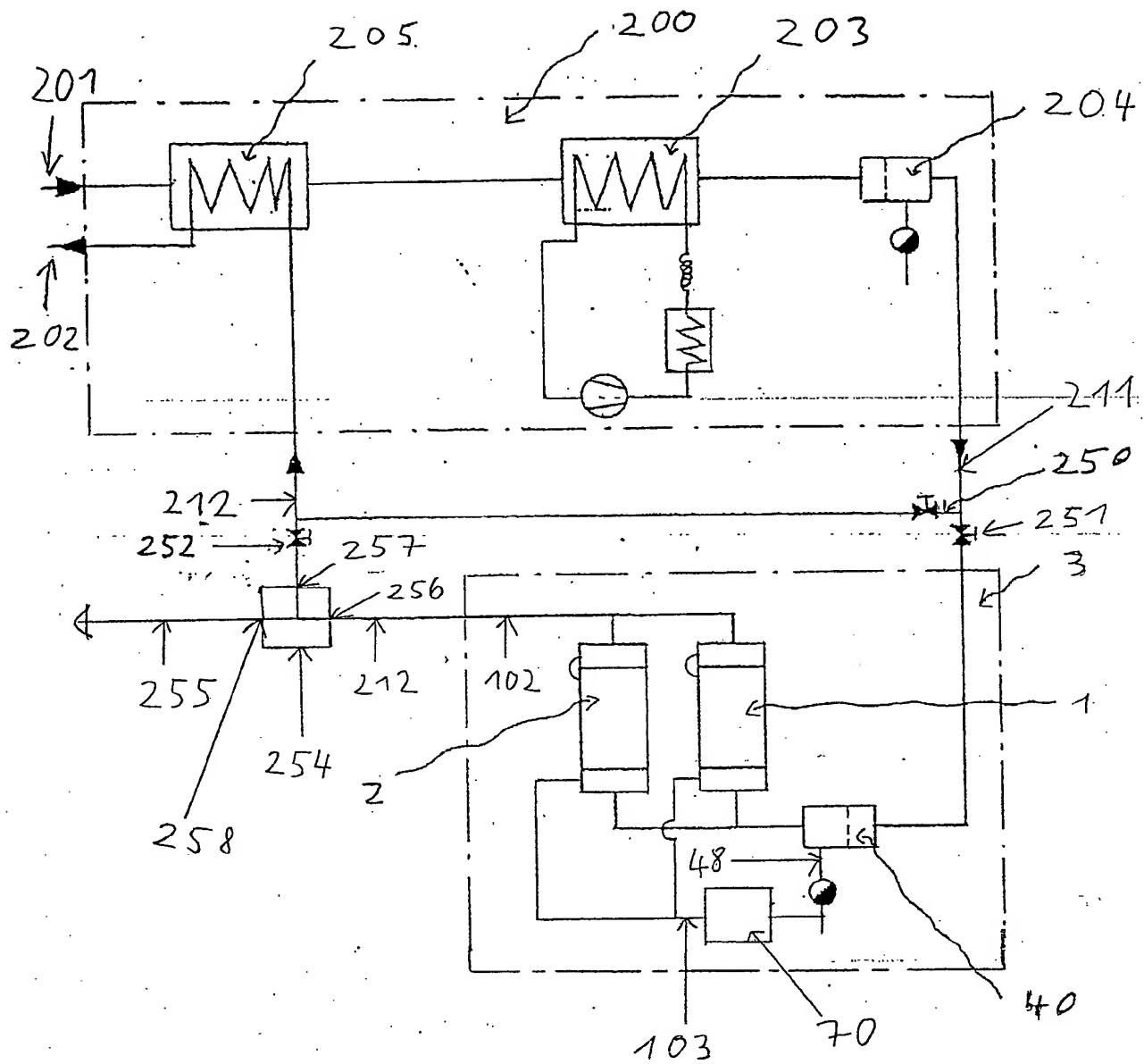


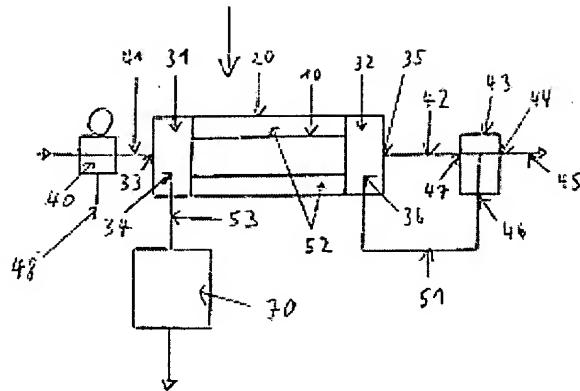
Fig. 8

## Membrane drying system for compressed air

**Patent number:** DE19812960  
**Publication date:** 1999-11-04  
**Inventor:** BAISCH ROBERT (DE); UHDE FRIEDRICH (DE)  
**Applicant:** KOMPRESSOREN UND DRUCKLUFT TEC (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B01D53/22; B01D61/00; F26B7/00  
- **europen:** B01D53/26P; B01D53/22D4B; F26B21/08  
**Application number:** DE19981012960 19980324  
**Priority number(s):** DE19981012960 19980324

### Abstract of DE19812960

The membrane gas dryer has a hollow fiber membrane (10) and a coaxial arranged purge tube (20) enclosing an annular purge chamber (52) around the tubular membrane, a user air inlet (33,41) and outlet (35,42), a three-way valve (43) able to connect the dryer product outlet with either a user dry-air distribution system (45) or with a purge air system (51), a purge air outlet (34,53), and a vacuum-producing device (70). A membrane gas dryer has a hollow fiber membrane (10) and a coaxial arranged purge tube (20) enclosing an annular purge chamber (52) around the tubular membrane, a user air inlet (33,41) and outlet (35,42), a three-way valve (43) able to connect the dryer product outlet with either a user dry-air distribution system (45) or with a purge air system (51), a purge air outlet (34,53), and a vacuum-producing device (70). The vacuum-producing device may be connected to the purge air outlet, or alternatively into the purge line (46,51) from the three-way valve. In the last installed position the ejector uses the purge airflow as the motive force to pull in additional purge air from atmosphere. An Independent claim is included for a combination of a refrigerative dryer and a membrane dryer in series.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)